

**Tielaitos**

# **Talvihoidon laadunseuranta- järjestelmän kehittäminen**

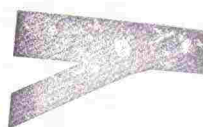
**Tielaitoksen  
selvityksiä**

**7/1990**

**Helsinki 1990**

**Tiehallitus**

08 TIEH



Tielaitos  
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 910418  
Nidenro: 910570

Tielaitoksen selvityksiä  
7/1990

**Talvihoidon laadunseuranta-  
järjestelmän kehittäminen**

**Tielaitos**  
Tiehallitus, Tuotanto-osasto

Helsinki 1990

ISBN 951-47-4071-8  
ISSN 0788-3722  
TIEL 3203985  
Valtion painatuskeskus  
Helsinki 1991

Julkaisua myy  
Tiehallitus, painotuotevarasto

**Tielaitos**  
Tiehallitus  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 1541



## TIIVISTELMÄ

Tielaitoksessa on ollut käytössä talvihoidon laadunseurantajärjestelmä vuodesta 1986 alkaen. Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää talvihoidon laadunseurannan nykyinen taso ja seurannan erilaiset kehittämismahdollisuudet.

Talvikunnossapito nähdään nyt laajempänä kysymyksenä kuin aikaisemmin ja laatu tulisi saavuttaa myös viikonloppuisin ja työajan ulkopuolella. Eri yhteyksissä on todettu, että nykyisin käytössä oleva järjestelmä ei sovellu tulosseurantaan, joka on tullut mukaan uutena asiana. Laadun seurannan tulee soveltua myös liikenneturvallisuuden kehittämisen tarpeisiin ja eri talvikeleillä tapahtuvan ajosuoritteen laskentaan.

Työn ensimmäisessä vaiheessa tutustuttiin nykyisin käytössä olevaan järjestelmään ja sen antamiin tuloksiin. Seuraavassa vaiheessa kartoitettiin erilaisia mahdollisuuksia uudeksi seurantasysteemiksi ja selvitettiin näiden toteuttamismahdollisuuksia sekä hyötyjä ja haittoja.

Työn pääpaino on ollut kahden uuden seurantajärjestelmän esittämisessä. Näitä ovat olleet tiepiirin suorittama keskitetty tarkkailu ja tiemestaripiirissä suoritettava laajempi tarkkailu. Näitä järjestelmiä varten on tehty suunnitelmat niiden käytännön toteuttamiseksi. Lisäksi on esitetty pääpiirteet myös kahdesta muusta nykyjärjestelmän kehitelmästä, jotka voidaan ottaa koekäyttöön vuonna 1991.

Työn lopputuloksena on ehdotus uudeksi seurantajärjestelmäksi, suunnitelma tämän järjestelmän eri vaihtoehtojen koekäytölle sekä tarvittavat ohjeet ja tiedonkeruulomakkeet. Työryhmä suosittelee, että edellä mainitut uudet järjestelmät otetaan koekäyttöön vuoden 1991 tammi-maaliskuuksi ja kokeilusta saatavien tulosten perusteella voidaan päättää lopullisista tuotantokäyttöön otettavista järjestelmistä.

## SAMMANDRAG

Vägverket har sedan år 1986 använt ett system för kvalitetsuppföljning inom vinterunderhållet. Syftet med denna undersökning är att klargöra den nuvarande nivån på kvalitetsuppföljningen och dess olika utvecklingsmöjligheter.

Vinterunderhållet ses nu i ett vidare perspektiv än tidigare och kvalitetskravet gäller även på veckoslut och utom arbetstid. Det har i olika sammanhang konstaterats att det system, som nu används, inte lämpar sig för resultatuppföljning. Kvalitetsuppföljningen borde även svara på de krav, som utvecklandet av trafikhetsäkerheten ställer, samt lämpa sig för beräklandet av antalet fordonskilometer i olika vinterfören.

I arbetets första skede redogörs för det system som används för närvarande och de resultat det ger. I följande skede kartläggs förslag till nya uppföljningssystem och möjligheterna att förverkliga dessa samt deras för- och nackdelar.

Huvudvikten har lagts vid presentation av två nya uppföljningssystem. Det ena innebär att granskningarna görs av vägdistriktet och det andra att vägmästartistrikten själva står för granskningarna, vilka görs i större omfattning än tidigare. Dessutom skisseras huvudragen till två andra förslag utgående från det nuvarande systemet, som kan prövas år 1991.

Slutresultatet är ett förslag till ett nytt uppföljningssystem, ett schema för de olika alternativens testanvändning samt behövliga direktiv och blanketter. Arbetsgruppen rekommenderar att de beskrivna systemen prövas under perioden januari-mars år 1991 så att man därefter kan besluta om vilka system, som skall användas.

## ABSTRACT

Finnish National Road Administration has applied a system to quality control of winter maintenance of roads since 1986. The current system, level of its results and different possibilities of development are presented in this paper.

Winter maintenance is nowadays seen as a wider question and good quality should be attained also during weekends and beside normal working hours. It has been recognized in many context that current system is not good enough for controlling of results, which is now taken into account. The quality control system should also be applicable for development of traffic safety and for estimation of amount of traffic under certain winter circumstances.

The current system and its results are discussed in the first phase. A set of different possibilities of development and their benefits and drawbacks are discussed during the second phase.

This research work has concentrated on two new quality control systems. In the first of them quality control is executed centralized by road districts and in the other system quality control is executed by highway residences in an extended way. Sketches for executing of these two systems are presented. In addition, main features for testing of two other systems including minor changes to the current system are presented.

The final results of this work are: a scheme for a new quality control system, a plan for testing of different alternatives and instructions and data collection forms needed for testing. The project group recommends that all new alternatives are tested during January-March, 1991, and after evaluation of test results the final quality control systems can be chosen.

## ALKUSANAT

Tielaitoksessa on ollut käytössä talvihoidon laadunseurantajärjestelmä vuodesta 1986 alkaen. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka tätä laadunseurantajärjestelmää voidaan edelleen kehittää.

Työtä on tehty työryhmässä, jonka puheenjohtajana on ollut dipl.ins. Olli Penttinen tiehallituksesta ja jäsenenä dipl.ins. Tapani Määttä, rak.mest. Kullervo Havu ja tsto.ins. Seppo Sarjamo tiehallituksesta, dipl.ins. Harri Saarinen Hämeen tiepiiristä, ylitiemestari Pekka Puustinen Keski-Suomen tiepiiristä, tiemestari Urho Ryytty Imatran tiemestaripiiristä sekä ins. Tapani Kokko ja fil.maist. Vesa Männistö Viasys Oy:stä. Viasys Oy:n edustajat ovat vastanneet käytännön selvitystöiden tekemisestä ja tutkimusraportin kirjoittamisesta.



# TALVIHOIDON LAADUNSEURANTAJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ  
SAMMANDRAG  
ABSTRACT

ALKUSANAT

## SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	6
2. ERI VAIHTOEHTOJA JA NIIDEN ARVIOINTIA	7
2.1 Eri vaihtoehtojen esittely	7
Nykyjärjestelmä sellaisenaan	7
Kiinteät tarkkailuasemat	8
Hajautettu tiedonkeruu	8
Nykyinen järjestelmä uusitulla reitinvalinnalla	9
Nykyisen järjestelmän lievä muuttaminen	9
Nykyisen järjestelmän laaja muuttaminen	10
Keskitetty järjestelmä	10
2.2 Järjestelmien yhteinen arviointi	11
3. NYKYISEN JÄRJESTELMÄN LAAJA MUUTTAMINEN	13
3.1 Lähtötilanne	13
3.2 Seurannan järjestäminen	13
3.3 Seurannan vaatimat resurssit	15
3.4 Alempien kunnossapitoluokkien huomiointi	15
3.5 Esimerkki: Jämsän tiemestaripiiri	15
4. TIEPIIRIN SUORITTAMA KESKITETTY TARKKAILU	16
4.1 Seurannan järjestäminen	16
4.2 Seurannan vaatimat resurssit	17
4.3 Alempien kunnossapitoluokkien huomiointi	17
4.4 Esimerkki: Hämeen tiepiiri	17
5. TULOSTEN KÄSITTELY JA TARKKUUS	18
6. EHDOTUS KOKEILUSEURANTAJÄRJESTELMÄKSI	19

## LIITTEET:

1. Talvihoidon nykyiset laadunseurantaohjeet
2. Tiemestaripiirin toimesta tapahtuva tarkkailu
3. Tiepiirin toimesta tapahtuva tarkkailu

## 1. JOHDANTO

Tielaitoksessa on ollut käytössä talvihoidon laadunseurantajärjestelmä vuodesta 1986 alkaen. Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää, kuinka tätä laadunseurantajärjestelmää voidaan edelleen kehittää.

Talvikunnossapito nähdään nyt laajempänä kysymyksenä kuin aikaisemmin ja laatu tulisi saavuttaa myös viikonloppuisin ja työajan ulkopuolella. Eri yhteyksissä on todettu, että nykyisin käytössä oleva järjestelmä ei sovellu hyvin tulosseurantaan, joka on tullut mukaan uutena asiana. Laadun seurannan tulee soveltua myös liikenneturvallisuuden kehittämisen tarpeisiin ja eri talvikeleillä tapahtuvan ajosuoritteen laskentaan.

Tutkimuksessa on pyritty huomioimaan eri tyyppisten seurantatietojen hyväksikäyttömahdollisuudet, tiesääasemien kelitiedot ja tieliikenteen vakiokäyttäjien mahdollinen kytkeminen seurantaan. Tiedon keruussa on huomioitu käytössä oleva talvihoidon kuntoluokitus, onnettomuustilastoinnissa käytettävä luokitus, viikonpäivät ja vuorokauden ajat sekä mahdollisuus tehdä analyysejä tieluokkien, tiemestaripiirien ja tiepiirien suhteen. Laadunseurantajärjestelmän kehittäminen painottuu ensimmäisen kunnossapitoluokan tiestöön. Tavoitteena on saada luotettava tarkkailutulos erityisesti I, I-s ja I-sk luokan tiestöstä. Myös alempien kunnossapitoluokkien teistä pyritään saamaan nykyistä luotettavampia tuloksia.

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa on tutustuttu käytössä olevaan seurantajärjestelmään ja sen antamiin tuloksiin sekä täsmennetty niiden pohjalta talvihoidon laadunseurantasysteemille asetettavat vaatimukset ja seurannan kehittämistarve.

Annettujen tavoitteiden ja kehittämistarpeen arvioinnin jälkeen on selvitetty vaihtoehtoisia järjestelmiä uudeksi seurantasysteemiksi. Kehittelyn pohjana ovat olleet tilastollisen analyysin asettamat vaatimukset, jotka takaavat tarpeeksi luotettavat tulokset piirin ja tiemestaripiirin tasolla ensimmäisen kunnossapitoluokan teille. Mahdollisia teoreettisia seurantamalleja on useita, tässä tutkimuksessa on keskitytty seuraaviin:

- nykyinen järjestelmä
- kiinteät tarkkailuasemat
- hajautettu tiedonkeruu
- nykyinen järjestelmä uusitulla reitinvalinnalla
- nykyisen järjestelmän lievä muuttaminen
- nykyisen järjestelmän laaja muuttaminen
- keskitetty järjestelmä.

Edellä olevien vaihtoehtojen kuvaus sekä hyödyt ja haitat on kuvattu kappaleessa 2. Arvioinnin perusteella on seurantamalleista karsittu kiinteät tarkkailuasemat ja hajautettu tiedonkeruu. Nykyisen järjestelmän laajaa muuttamista ja keskitettyä järjestelmää on lisäksi tutkittu tarkemmin kappaleissa 3 ja 4.

Järjestelmistä saatavien tulosten tarkkuutta on selvitetty kappaleessa 5. Tutkimuksen viimeisessä kappaleessa esitetään kahdesta tarkemmin tutkituista vaihtoehtoista yksityiskohtaiset suunnitelmat, tiedonkeruulomakkeet ja tiedon käsittelyn periaatteet ja saavutettava tarkkuus järjestelmien kokeilemiseksi vuonna 1991.

## 2. ERI VAIHTOEHTOJA JA NIIDEN ARVIOINTIA

Talvihoidon laatutasoa kuvaa tällä hetkellä vain kuntoarvo, joka määritellään ohjeen TVH 743942 mukaisesti. Kuntoarvon perusteella ei kuitenkaan jälkikäteen voida tietää, minkä tekijän perusteella se on määräytynyt. Tilastojen perusteella tiedetään kuitenkin, että valtaosa, jopa 90 %, kuntoarvon alituksista johtuu puutteellisesta kitkasta. Tämä sekä huono yhteensopivuus onnettomuuksissa käytössä olevan keliluokituksen kanssa antaa aiheen miettiä, mitä tietoja laaduntarkkailussa kannattaa kerätä.

Nykyisin käytössä olevan järjestelmän lisäksi on olemassa joukko muita erilaisia tapoja talvihoidon laadunseurannalle. Seuraavassa arvioidaan muutamia eri tapoja ja niiden toteuttamismahdollisuuksia. Kappaleessa 2.7 esitetään yhteenveto eri järjestelmien hyödyistä ja haitoista. Kahden tarkemman käsittelyyn valitun järjestelmän kuvaukset ovat kappaleissa 3 ja 4, jossa esitetään myös käytännön esimerkkejä.

### 2.1 Eri vaihtoehtojen esittely

#### Nykyinen järjestelmä sellaisenaan (1):

Talvihoidon laadunseuranta perustuu tällä hetkellä vuonna 1986 annettuihin ohjeisiin (liite 1).

Nykyisin käytössä oleva laadunseurantajärjestelmä on ollut käytössä neljä vuotta. Sen käytöstä on runsaasti kokemuksia ja järjestelmä toimii tällä hetkellä tyydyttävästi. Järjestelmä tuottaa tietoa, joka on myös suhteellisen vertailukelpoista tiemestaripiirien välillä.

Systeemin puutteena on ensisijaisesti tarkkailun keskitetty aika ja sen aiheuttama huono kattavuus koko ensimmäistä kunnossapitoluokkaa ajatellen. Tarkkailu suoritetaan vakioaikoina samoilla tiemestarin itse valitsemilla reiteillä (tiemestaripiirin tärkein tiestö). Tämä johtaa siihen, että tarkkailtava tiestö ei muodosta tilastollista otosta joten järjestelmästä saatavia tuloksia ei voida yleistää koskemaan koko tiemestaripiirin I kunnossapitoluokan tiestöä kuin korkeintaan arkiamujen osalta. Tulokset eivät myöskään ole yhteensopivia onnettomuustilastoinnin luokituksen kanssa.

Nykyisestä järjestelmästä saatavia tuloksia analysoidaan käytännössä vain hoitotason alitusprosentin avulla. Nykyisellä havaintomäärällä ja käsittelytavalla saatava tarkkuus on tiemestaripiirin I kunnossapitoluokan alitusprosentis-



sa kuitenkin vain luokkaa  $\pm 6$  prosenttia. Tietojen näyteluonteisuus heikentää lisäksi yleistettävyyttä.

#### Kiinteät tarkkailuasemat:

Talvihoidon laaduntarkkailu voidaan suorittaa kiinteitä tarkkailuasemia hyväksikäyttäen. Tällöin luodaan systeemi, jossa tiet varustetaan kiinteillä tarkkailuasemilla, jotka antavat tietoja säästä, liikenteestä, kelistä, tien hoi- totasosta jne. Järjestelmää on kokeiltu ainakin Yhdysvalloissa. Suomessa voitaisiin kiinteitä tarkkailuasemia järjestää kehittämällä nykyisin jo käytössä olevia tiesääasemia.

Systeemin etuna on mahdollisuus kerätä tietoa jatkuvasti ja automaattisesti ilman erillistä tarkkailuorganisaatiota. Järjestelmästä saatava tieto olisi keskenään vertailukelpoista ja tietojen integroiminen muihin tietoihin on helppoa. Systeemistä saatavat tulokset ovat tarpeeksi tarkkoja piirin ja valtakunnan tasolla mutta ei tiemestaripiirin tasolla.

Systeemin haittana ovat tarvittavan tekniikan puuttuminen, kalleus ja käytönoton hitaus. Järjestelmästä ei lisäksi ole vielä kokemuksia ja sen käyttö tulee kustannuksiltaan suureksi. Tämän lisäksi tarkkailuasemien lukumäärä riittävän täydellisesti varustettuna saattaa jäädä joka tapauksessa liian pieneksi ja kiinteät paikat voivat johtaa siihen, että näitä tieosia hoidetaan tahallisesti tai tahattomasti muita tieosia paremmin.

Kiinteiden asemien hyödyntämiseen ei nykyään vielä ole realistisia mahdollisuuksia. Järjestelmää pitäisi tulevaisuudessa kehittää jossain muodossa, mutta tämän tutkimuksen yhteydessä järjestelmää ei kannata kehittää pidemmälle.

#### Hajautettu tiedonkeruu:

Tässä tutkimuksessa esitettävät muut järjestelmät perustuvat kaikki yksinkertaisen ja kiinteähköön organisaation perustamiseen. Tarkkailujärjestelmä voidaan rakentaa myös sellaiseksi, että suunnitellaan koko maan kattava otosluonteinen systeemi, johon kootaan tietoja monista erilaisista lähteistä. Tietoja voidaan koota monen erilaisen organisaation toimesta. Näitä ovat mm. poliisi, postilaitos, tienvarren asukkaat, ammattimaisen liikenteen harjoittajat, tielaitos jne. Havainnot kootaan piireittäin yhteen ja tehdään niiden perusteella tarvittavat laskelmat ja analyysit tiemestaripiirin tasolla.

Järjestelmän etuna olisi se, että sillä voidaan saada edullisesti paljon havaintoaineistoa. Ongelmana on systeemin käynnistyksen ja ylläpidon monimutkaisuus, havaintojen todennäköinen epäyhtenäisyys sekä kitkamittarin ja muiden tarvittavien laitteiden käyttämisen vaikeus. Lisäksi järjestelmän käytännön pyörittäminen vaatisi tielaitoksessa huomattavan määrän resursseja.



### Nykyinen järjestelmä uusitulla reitinvalinnalla (2a):

Työryhmässä käydyissä keskusteluissa pyrittiin löytämään myös tapa, jolloin mahdollisimman pienillä muutoksilla saataisiin tulosten tarkkuutta parannettua olennaisesti. Tällöin nykyisin käytössä olevaa järjestelmää muutettaisiin siten, että tarkkailu suoritettaisiin nykyisten ohjeiden mukaan seuraavin poikkeuksin:

- reitit suunnitellaan etukäteen esim. piirin toimesta siten, että niiden kattavuus saadaan nykyistä paremmaksi.
- tarkkailussa kirjataan kuntoarvon lisäksi se tekijä, joka on kuntoarvon määräävä tekijä.

Muutoksilla saatavat hyödyt ovat seuraavat:

- keskitetty reitinvalinta lisää objektiivisuutta
- kuntoarvon määräävän tekijän kirjaaminen mahdollistaa tulosten tarkemman analysoinnin.

Järjestelmän suurimpana haittana on se, että viikon muilta ajoilta ei saada nykyistä järjestelmää parempaa tietoa. Muut haitat ovat samoja kuin nykyjärjestelmänkin haitat.

### Nykyisen järjestelmän lievä muuttaminen (2b):

Työryhmän jäsenten kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta on tullut esiin mahdollisuus nykyjärjestelmän lievään muuttamiseen nykyisten resurssien pohjalta. Tällöin järjestelmää muutettaisiin siten, että tarkkailu pysyisi periaatteessa samanlaisena mutta siihen tehtäisiin seuraavanlaisia muutoksia:

- tarkkailuaika aikaistetaan alkamaan noin kello 7.15
- reitit valitaan etukäteen koko vuodeksi
- päivittäinen ajomatka 40-50 km (voi sisältää myös II ja III kunnossapitoluokan teitä)
- tarkkailuhavainnot tehdään pistemäisenä määrätyn välein eikä jatkuvina havaintoina kuten nykyjärjestelmässä
- tiedot kerättäisiin erikseen kitkalle, lumisuudelle, tasaisuudelle ja kelille.

Reitit valitaan etukäteen piirin ja tiemestaripiirin yhteistyönä. Päivittäisen reitin valinta tehdään satunnaisella valinnalla, jolloin tiemestaripiiriin toimitetaan esimerkiksi tarkkailupäivien lukumäärän mukainen määrä suljettuja kuoria, jotka sisältävät erilaisia reittivaihtoehtoja. Näistä kuorista poimitaan tarkkailupäivisin yksi kuori, jonka ohjeiden mukaan tarkkailu suoritetaan.

Edellä mainittujen muutosten tuloksena saatavien tulosten laatu paranisi, sillä

- tarkkailuaika siirtyisi lähemmäksi "kriittistä" aikaa
- tiemestari ei voisi itse valita reittiä

- hoitotasoon vaikuttavat tekijät kirjattaisiin erikseen.

Lievällä muuttamisella tulosten laatu parantuisi kuitenkin vain arkipäivien aamutuntien osalta eikä viikon muista ajoista saataisi nykyistä yhtään parempaa tietoa.

### Nykyisen järjestelmän laaja muuttaminen (3):

Tiemestaripiireissä käytetään I kunnossapitoluokan teiden talvihoidon laaduntarkkailuun resursseja noin 3-4 tuntia/viikko tarkkailukauden aikana. Yhden piirin (Häme) tasolla tämä merkitsee runsaan 1000 tunnin työpanosta. Jos järjestelmää kehitetään tilastollisesta näkökulmasta, saadaan jo varsin kohtuullisilla muutoksilla ja resurssien lisäyksellä huomattava parannus saatavan tiedon laatuun. Tarvittavat muutokset ovat lyhyesti seuraavat:

- tarkkailuajat määritellään kattamaan kaikki päivät ja kellonajat
- tarkkailureitit määritellään etukäteen ja niihin sisällytetään suurin osa tiemestaripiirien I kunnossapitoluokan tiestöstä
- kuntoarvon sijasta rekisteröidään kitka, lumisuus, tasaisuus ja keliluokitus
- havainnointi suoritetaan pistekohtaisesti määrävälein.

Muutokset ovat pääosin samat kuin nykyjärjestelmän lievässä muuttamisessa. Lisäksi on tullut tarkkailuaikojen laajempi kattavuus.

Järjestelmän etuna on erityisesti se, että tarvittavat muutokset ovat suhteellisen vähäisiä verrattuna saatavan tiedon laadun paranemiseen. Tarkkailu käynnistäminen on myös helppoa ja työ tehdään ammattimiesten toimesta, jotka pystyvät arvioimaan hyvin tien kunnon ja käyttämään tottuneesti tarvittavia välineitä.

Järjestelmän haittana on, että tiemestaripiiri tarkkailee edelleenkin omaa työtään, vaikka piiritasolla pyritäänkin tuloksia kontrolloimaan. Myöskään tietojen yhteismitallisuus tiemestaripiirien välillä ei ole varmaa ja vaatii riittävät ohjeet ja koulutuksen. Resursseja tarvitaan saman verran kuin nykyisessäkin järjestelmässä mutta iltoina ja viikonloppuina tapahtuva tarkkailu lisää niiden tarvetta.

### Keskitetty järjestelmä (4):

Keskitettyssä järjestelmässä tarkkailu tapahtuu kokonaan piirin toimesta. Piirikohtaisella laaduntarkkailuautolla tehtävä tarkkailu perustuu samoihin periaatteisiin kuin kohdassa edellä esitetty nykyisen järjestelmän laaja muuttaminen tiemestaripiirissä. Tällöin piirin I kp-luokan tiestöstä muodostetaan reitistö, joka voidaan tarkkailla yhden viikon aikana useassa eri järjestyksessä. Tarkkailun suorittaa tiepiiri, joka varustaa tarkkailua varten auton kitkamittarilla ja tiedonkeruulaitteella sekä kouluttaa tarvittavan henkilöstön (mittaaja

ja kaksi varahenkilöä). Mittausajoneuvona voidaan käyttää esim. pudotuspainolaitteen vetoautoa.

Järjestelmän etuna on saatavan tiedon varmempi objektiivisuus ja yhteismitallisuus. Järjestelmän avulla voidaan saada välitöntä tietoa tiemestarille, jos tien hoitotaso alittuu.

Järjestelmää varten tarvitaan jonkin verran aloitusinvestointeja ja koulutusta sekä laitteiden hankintaa. Kokonaiskustannukset eivät välttämättä kuitenkaan ole nykyisiä kustannuksia korkeampia. Tarkkailuun tarvittavat resurssit ovat suunnilleen samat kuin tiemestarin suorittamassa laajennetussa tarkkailussa.

## 2.2 Järjestelmien yhteinen arviointi

Kaikki edellä kuvatut järjestelmät perustuvat otoksen avulla tapahtuvaan tutkittavan ilmiön tarkkailuun. Valittavan järjestelmän on perustuttava tilastollisesta näkökulmasta järkevästi muodostettuun otokseen, jonka avulla saadaan realistisesti parhaat tulokset mahdollisimman pienillä resursseilla.

Nykyisellä tietämyksellä ei ole järkevää perustaa vielä kiinteitä tarkkailuaseimia. Hajautetulla havaintojen keruulla taas ei saada helposti tarpeeksi yhteismitallista tietoa. Tämän vuoksi nämä vaihtoehdot voidaan jättää lopullisen vertailun ulkopuolelle.

Taulukossa 2.1 on arvioitu jäljelle jääneitä vaihtoehtoja tutkimuksen kannalta tärkeiden tekijöiden valossa. Eri vaihtoehdoille on vertailun helpottamiseksi laskettu eri hyötyjen lukumäärät.

Tutkimuksen aikana on käynyt selvästi ilmi, että tilastolliselta kannalta parhaimmat vaihtoehdot järjestelmän kehittämiseksi ovat nykyjärjestelmän laaja muuttaminen ja keskitetty järjestelmä. Niistä saatavien tietojen tarkkuus on tarpeeksi hyvä ja molempien käytännön toteutus on mahdollista myös varsin lyhyessäkin ajassa. Vuonna 1991 tapahtuvaan koekäyttöön on kuitenkin järkevää ottaa mukaan myös muutkin edellisessä taulukossa olevat vaihtoehdot lisäinformaation saamiseksi.

Kappaleessa 3 esitellään edellä valitut tärkeimmät vaihtoehdot yksityiskohtaisesti sekä teoriassa että käytännön esimerkkien avulla. Liitteisiin 2 ja 3 on koottu järjestelmien kokeilussa tarvittavat ohjeet ja tiedonkeruulomakkeet esimerkkeineen.



TAULUKKO 2.1		ERI JÄRJESTELMIEN HYÖDYT JA HAITAT					
			Nykyinen järjestelmä	Nykyjärjestelmä uusi reitinvalinta	Nykyjärjestelmän lievä muuttaminen	Nykyjärjestelmän laaja muuttaminen	Keskitetty järjestelmä
			1	2a	2b	3	4
Järjestelmä ennestään tuttu			+	-/+	-	-	-
Tarvittavat resurssit			+	+	+	-	-
Kustannukset			+/-	+/-	+/-	-	-
Tulosten tarkkuus			-	+	-	+	+
Tilastollinen luotettavuus			-	-	+	+	+
Objektiivisuus			-	-	-	-	+
Havaintojen laatu (kitka)			-	-	-	-	+
Liikenneturvallisuustilastot			-	-	+	+	+
Muu kunnossapidon palvelu			+	+	+	+	+
Häiriöt tmp:n toiminnalle			+/-	+/-	-	-	+
Alempien tieluokkien huomiointi			-	-	-	+	+
Eri kellonaikojen huomiointi			-	-	-	+	+
Viikonloppujen huomiointi			-	-	-	+	+
			5	6	6	7	10

### 3. NYKYISEN JÄRJESTELMÄN LAAJA MUUTTAMINEN

#### 3.1 Lähtötilanne

Tiemestaripiireissä käytetään tällä hetkellä I kunnossapitoluokan teiden talvihoidon laaduntarkkailuun resursseja noin 3-4 tuntia/viikko tarkkailukauden aikana. Näillä resursseilla saadaan tiemestaripiiristä tietoja 2-4 tieosalta kolme kertaa viikossa eli tarkkailukauden aikana yhteensä keskimäärin 200 mittaushavaintoa. Jos nämä tarkkailtavat tiet valitaan satunnaisesti ja tulokset käsitellään nykyisellä tavalla, saadaan estimoidun alitusprosentin (n. 20%) luottamusväliksi  $20 \pm 6$  prosenttia. Käytännössä tarkkailtavia teitä ei kuitenkaan valita satunnaisesti joten kyseessä ei ole tilastollinen otos vaan näyte, jonka tulosten yleistäminen koskemaan koko populaatiota ei tilastollisesti ole järkevää. Myöskään alku- ja loppupalven välistä vertailua ei kannata tehdä havaintojen vähyys takia.

Jos järjestelmään kehitetään edelleen tilastollisesta näkökulmasta, saadaan jo varsin kohtuullisilla muutoksilla ja resurssien lisäyksellä huomattava parannus saatavan tiedon laatuun. Tarvittavat muutokset ovat seuraavat:

- tarkkailuajat määritellään kattamaan kaikki viikonpäivät ja kellonajat
- tarkkailureitit määritellään etukäteen ja niihin sisällytetään suurin osa tiemestaripiirien I kp-luokan tiestöstä
- kuntoarvon lisäksi rekisteröidään kitka, lumisuus, tasaisuus ja keliluokitus
- havainnointi suoritetaan pistekohtaisesti määrävälein
- tarkkailun suorittaa tiemestari tai muu tehtävään koulutettu henkilö.

Seuraavissa kappaleissa esitetään muutokset sekä niiden vaikutukset tarkemmin.

#### 3.2 Seurannan järjestäminen

Tilastollisten vaatimuksien täyttämiseksi tulee tarkkailussa käytettävä otos valita oikein ottamalla samalla huomioon eri taustatekijöiden vaikutus. Jotta tarkkailussa saatuja tuloksia voitaisiin yleistää koskemaan koko tiemestaripiirin I kp-luokan tiestöä, tulee satunnaistaa päivät, lähtöajat ja tarkkailureitit. Satunnaistamisen tuloksena tarkkailu saadaan hajoitetuksi eri päville ja eri kellonajoille eikä tarkkailun suorittaja pysty vaikuttamaan tuloksiin valitsemalla sopivan reitin.

Käytännössä tarvittava satunnaisuus varmistetaan sillä, että koko tarkkailun suunnittelu tehdään muualla kuin tiemestaripiirissä. Jos tiepiiri tai konsultti suunnittelee tarkkailupäivät ja -ajat etukäteen ja tarkkailtava reitti otetaan kunakin päivänä tiemestaripiirissä esim. suljetusta kirjekuoresta, saadaan



tilastollisen otoksen vaatimukset täytettyä ilman hankana satunnaistamisope-  
raatioita ja tiemestarin työn lisäystä.

Seuraavassa esitetään yksityiskohtaisesti, miten satunnaistaminen voidaan  
ottaa huomioon tarkkailuohjelmien suunnittelussa. Tavoitteena on pitää  
tarvittavien resurssien kasvu mahdollisimman pienenä:

Päivät valitaan satunnaisesti siten, että jokaiselle viikolle tulee kolme tarkkai-  
lua. Päivät valitaan siten, että tarkkailua tulee suoritettavaksi myös viikonlop-  
puihin. Talvikaudelle saadaan tällä tavoin noin 60 tarkkailukertaa.

Lähtöajat valitaan siten, että ne jakaantuvat päivän eri aikoihin. Käytännössä  
lienee riittävää jakaa päivät aamupäivään, iltapäivään ja iltaan, jolloin tiemes-  
tarilla on etukäteen mahdollisuus suunnitella työnsä joustavasti. Jos tarkkailua  
halutaan painottaa kellonaikojen suhteen, voidaan satunnaistamista painottaa  
esimerkiksi suhteessa aamu/päivä/ilta = 3/2/1. Tilastolliselta kannalta eri  
aikojen painotukselle ei ole tarvetta.

Tiemestaripiirin I kp-luokan tiestöstä muodostetaan noin 30 kilometrin  
mittaisia tarkkailureittejä tarpeellinen määrä. Reittien kokonaispituus vaihte-  
lee tällöin 30-60 kilometriin ja niihin voidaan ottaa mukaan II ja III kunnossa-  
pitoluokan teitä. Reitit numeroidaan ja koska ne voidaan tarkkailla yhtäläisil-  
lä resursseilla molempiin suuntiin, saadaan niitä tiemestaripiireihin keskimää-  
rin 3-6 kappaletta. Reiteistä kannattaa muodostaa mahdollisimman selviä ja  
jatkuvia tarkkailun helpottamiseksi.

Nykyistä tarkkailutapahtumaa muutetaan siten, että tieosakohtaisten tulosten  
sijasta kerätään reiteiltä pistekohtaisia tuloksia. Käytännössä tämä tapahtuu  
siten, että reitiltä määritellään alkupiste (esim. matkamittarin seuraavalta  
tasakilometrilta), josta kirjataan ensimmäiset tulokset ja tehdään havainnot  
sen jälkeen esimerkiksi kahden kilometrin välein. Jokaiselta havaintopisteeltä  
kerätään nykyisestä poiketen kitka, lumisuus, tasaisuus, kuntoarvo ja onnetto-  
muustilastoinnissa tarvittava keliluokitus. Tietojen rekisteröiminen erikseen  
mahdollistaa talvihoidon tarkemman tilastoinnin sekä paremman yhteensopi-  
vuuden onnettomuustilastoinnin kanssa. Tarkkailuväliä voidaan sopeuttaa  
jonkin verran, jotta esim. kitkan mittaaminen ei aiheuta vaaraa liikenneturval-  
lisuudelle.

Tulosten tarkkuuden kannalta tarkkailutiedot voitaisiin tallentaa myös välikoh-  
taisesti. Tämä ei ole käytännössä kuitenkaan mahdollista, sillä tarkkailijalle  
lienee mahdotonta seurata jatkuvasti neljää erilaista ja eri kohdilla vaihtuvaa  
tekijää tarpeeksi tarkasti. Tietojen kerääminen pistekohtaisesti mahdollistaa  
nopean siirtoajon ja paremman keskittymisen itse tarkkailtaviin asioihin.

Nykyisen järjestelmän puitteissa ei tarkkailukierrosta ole tarvinnut suorittaa  
seisovien kelijaksojen aikana vaan tulokset on voitu kirjata seurantalomak-  
keelle tiemestarin asiantuntemuksen perusteella. Tämä on tuottanut todennä-  
köisesti todellista tilannetta parempia kuntoarvoja joten uudessa järjestelmässä  
on järkevää suorittaa tarkkailukierros kelistä riippumatta. Mikäli vallitsevan

kelin tilanne on aivan selvä, voidaan tulosten kirjaus suorittaa toimistolla.

### 3.3 Seurannan vaatimat resurssit

Tiemestaripiirin suorittama laajennettu tarkkailu vaatii nykyistä järjestelmää enemmän resursseja seuraavasti:

- tarkkailureitin pidentymisen takia yhteen mittaukseen kuluu aikaa keskimäärin 1-1.5 tuntia
- ajomatkat pitenevät jonkin verran, koska reitit pitenevät ja tarkkailu suoritetaan useammin kelistä riippumatta
- tietojen tallentamiseen kuluu enemmän aikaa.

### 3.4 Alempien kunnossapitoluokkien huomiointi

Alempien kp-luokkien teiden tarkkailu voidaan yhdistää järjestelmään reittien suunnitteluvaiheessa. Tällöin voidaan lisätä eri reitteihin tarpeellinen määrä II ja III kp-luokkien teitä. Myös nämä tiet tulee valita satunnaisesti ja niiden tulee antaa edustava kuva tiemestaripiirin alempien kp-luokkien teistä. Tarkkailun määrä riippuu tarvittavien tulosten tarkkuustasosta; nykyinen taso saavutetaan jo muutaman kilometrin tarkkailulla viikoittain (esim. yksi tieosa/päivä).

Käytännössä useisiin reitteihin tulee jonkin verran siirtoajoa. Jos tämä siirtoajo tehdään alempien kp-luokkien teitä pitkin, voidaan samalla kerätä tietoa niiden hoitotasosta.

Jos II ja III kp-luokkien tarkkailu järjestetään tällä tavoin, resurssitarve lisääntyy hieman. Samalla voidaan nykyinen alempien kp-luokkien tarkkailu lopettaa ja säästää samalla nykyisin niihin käytettävät resurssit.

### 3.5 Esimerkki: Jämsän tiemestaripiiri

Jämsän tiemestaripiirissä on tarkkailtavia I kunnossapitoluokan teitä noin 87 kilometriä, joista I-s luokkaan kuuluu noin 23 kilometriä. Tiet on jaettu kolmeen reittiin seuraavasti:

Reitti 1: Vt 4, tieosat 224 - 228 (23.3 km)

Reitti 2: Vt 9, tieosat 218 - 220 (13.7 km)  
Vt 4, tieosat 221 - 223 (14.0 km)

Reitti 3: Vt 4, tieosat 214 - 220 (37.9 km).

Kaikki reitit voidaan tarkkailla kahteen suuntaan joten eri reittejä saadaan yhteensä kuusi kappaletta. Reiteiltä saadaan kahden kilometrin välein



tarkkailtuna keskimäärin 15 havaintoa päivässä eli tarkkailukauden aikana (22 viikkoa) 990 havaintoa.

Tarkkailupäivät ja lähtöajat on suunniteltu kaksivaiheisesti. Aluksi on arvottu jokaiselle tarkkailuviikolle ne päivät, jolloin tarkkailua suoritetaan. Viikonloppun päivät on otettu mukaan vain yhteen kertaan. Kun tarkkailupäivät on määritetty, on arvottu jokaiselle päivälle alkamisajat siten, että aamu- ja iltapäiviä on painotettu kertoimella 2 ja iltoja kertoimella 1. Arvonnat on suoritettu satunnaislukutaulukon avulla. Tuloksena on saatu liitteen 1 sivulla 3 oleva tarkkailuohjelma.

Ennen tarkkailukierrosta työn suorittaja ottaa satunnaisesti yhden aiemmin toimitetuista eri reittejä sisältävistä suljetuista kirjekuorista ja suorittaa päivän tarkkailun sen sisältämien ohjeiden mukaisesti.

Yllä kuvattua järjestelmää noudattaen päästään keskimäärin kappaleessa 5 taulukossa 1 esitettyihin tarkkuuksiin.

## 4. TIEPIIRIN SUORITTAMA KESKITETTY TARKKAILU

### 4.1 Seurannan järjestäminen

Seurannan järjestämisessä tiepiirissä ovat taustalla periaatteessa samat tekijät kuin tiemestaripiirin suorittamassa tarkkailussa: tavoitteena on muodostaa tilastollisesti luotettava otos, joka kattaa suurimman osan jokaisen tiemestaripiirin ensimmäisen kp-luokan teistä.

Tarvittava tilastollinen luotettavuus saadaan aikaan, kun reittien suunnittelu tehdään tiepiirissä tai konsultilla. Tällöin tiemestaripiirit eivät tiedä lainkaan, mitä teitä tarkkaillaan joten hoitotoimien suuntaaminen ei onnistu. Seuraavassa esitetään pääpiirteet tarkkailuohjelmien suunnittelulle:

Tiepiirin ensimmäisen kp-luokan tiestöstä muodostetaan 5 reittiä, jotka kattavat suurimman osan teistä ja jakaantuvat tasaisesti kaikkiin tiemestaripiireihin. Reittien tulee olla sellaisia, että ne voidaan tarkkailla jokainen yhden päivän aikana. Käytännössä tämä merkitsee esim. Hämeen piirissä noin 200-300 kilometrin tarkkailureittejä, joihin tulee lisäksi siirtoajoa tilanteen mukaan; reittipituudet yhteensä luokkaa 350 kilometriä. Mikäli tiepiirin kaikkien tiemestaripiirien teistä ei saada tarpeeksi teitä 5 reittiin, voidaan viikottaista suoritettua lisätä tekemällä uusia reittejä ja suorittamalla tarkkailua kahdessa vuorossa. Reitit tulee suunnitella mahdollisuuksien mukaan siten, että ne alkavat ja loppuvat lähelle tarkkailuhenkilöstön sijoituspaikkaa. Tällä mahdollistetaan reittien satunnaisessa järjestyksessä ja suunnassa tapahtuva tarkkailu.

Tarkkailua suoritetaan viitenä päivänä viikossa siten, että saadaan tarpeellinen hajonta päiviin ja kellonaikoihin. Jos laadittujen reittien järjestys ja suunta valitaan satunnaisesti, jakaantuu tarkkailu eri tiemestaripiireihin todennäköi-



sesti hyvin tasaisesti.

Tietojen keruu suoritetaan pistekohtaisesti samalla tavalla kuin tiemestaripiirin suorittamassa tarkkailussa (vaihtoehdot 2b ja 3).

Jos tarkkailua suoritetaan edellä mainitulla tavalla, tarvitaan aikaa suunnilleen yhtä paljon kuin tiemestarin suorittamassa tarkkailussa. Tästä on seurauksena myös se, että järjestelmistä saadaan suunnilleen yhtä paljon havaintoja, jolloin tulosten tarkkuus on samaa tasoa. Keskitetty järjestelmä on kuitenkin objektiivisempi joten tulosten yleistäminen on tilastollisesti luotettavampaa.

#### 4.2 Seurannan vaatimat resurssit

Tiepiirin suorittama keskitetty tarkkailu vaatii nykyistä järjestelmää enemmän resursseja seuraavilla osa-alueilla:

- tarkkailua varten tarvittava laitteisto ja miehistö
- reittien suunnittelu
- tietokannan luonti ja tietojen tallennus
- tulosten analysointi
- koulutus.

Jos tarkkailu järjestetään tiepiirissä, voidaan säästää osa tiemestaripiireissä nykyisin käytettävistä resursseista.

#### 4.3 Alempien kunnossapitoluokkien huomiointi

Toisen ja kolmannen kp-luokan teiden tarkkailu voidaan yhdistää keskitettyyn tarkkailuun lisäämällä reiteille tarpeellinen määrä alemman kp-luokan tiestöä. Taloudellisin tapa on liittää tarkkailu siirtoajojen yhteyteen mahdollisuuksien mukaan.

#### 4.4 Esimerkki : Hämeen piiri

Hämeen tiepiirissä on I kp-luokan teitä noin 1300 kilometriä (1.10.90), joista I-sk-luokan teitä on 56 km, I-s luokan teitä 280 ja loput I luokan teitä. Tiet voidaan jakaa viiteen reittiin liitteen 2 mukaisesti. Reitit sisältävät yli 90 prosenttia tiepiirin I kunnossapitoluokan teistä ja jakaantuvat jokseenkin tasaisesti kaikkiin tiemestaripiireihin.

Kaikki reitit voidaan tarkkailla kahteen suuntaan joten yhteensä reittejä saadaan kymmenen erilaista. Reiteiltä saadaan kahden kilometrin välein tarkkailtuna keskimäärin 130 havaintoa päivässä eli tarkkailukauden aikana (22 viikkoa) 14000 havaintoa. Tästä yhdelle tiemestaripiirille tulee keskimäärin 930 havaintoa, mikä vastaa samaa määrää kuin tiemestaripiirin suorittamassa laajassa tarkkailussa.

Tarkkailupäivät on arvottu satunnaisesti siten, että joka viikko tarkkaillaan kaikki reitit yhden kerran. Viikkonumeron mukaan voidaan valita reittien suunnat (parillinen viikko = liitteen suunta, pariton = päinvastoin). Lähtöajat on arvottu välille 04-14. Arvonnat on suoritettu satunnaislukutaulukon avulla. Tuloksena on saatu liitteen 2 mukainen tarkkailuohjelma.

## 5. TULOSTEN KÄSITTELY JA TARKKUUS

Tarkkailutulokset kerätään tietojenkeruulomakkeelle, joiden kopiot toimitetaan tiepiiriin tulosten jatkokäsittelyä varten. Tiedot voidaan jatkossa kerätä myös KUNTO-ohjelmistolla, kun ohjelmistoa on täydennetty uusilla kuntotekijöillä.

Tulosten käsittelyä varten tiedot tallennetaan tietokantaan, josta ne voidaan edelleen siirtää sopivaan tilastolliseen ohjelmistoon (esim. SAS) analysointia varten.

Seurantatulosten perusteella laskettava tärkein suure on edelleen talvihoitotason alitusprosentti. Alitusprosentti estimoidaan pääasiassa kaikille I kp-luokan teille yhteensä. Jos tiemestaripiirissä on tarpeeksi I, I-s ja I-sk -luokan teitä, voidaan alitusprosentti arvioida niille erikseen. Alitusprosenttien lisäksi on tarpeellista laskea niille myös luottamusväli, joiden avulla voidaan arvioida alitusprosentit luotettavammin kaikille tiemestaripiirin teille.

Kuntoarvon alitusprosentin lisäksi on mahdollista laskea vastaavat suuret myös erikseen kitkalle, lumisuudelle, tasaisuudelle ja keliluokitukselle. Tällä tavalla saadaan tärkeää informaatiota työaikajärjestelyjen, laitteiden ja menetelmien kehittämiseksi sekä lisäinformaatiota laatukriteerien kehittämiseksi. Onnettomuustilastointia varten tapahtuva kelitietojen keruu mahdollistaa nykyistä systeemiä varsin paljon tarkemman tilastoinnin. Parannus on todella huomattava sillä nykyisistä tarkkailutuloksista ei voida jälkikäteen johtaa yksikäsitteisesti keliä.

Tarkkailusta saatavien tulosten tarkkuus riippuu havaintojen lukumäärästä. Jos havainnot tehdään pistemäisesti, vaikuttaa saatavien tulosten tarkkuuteen oleellisesti havaintoväli l. kuinka lyhyin välein havainnointi suoritetaan. Yleisesti voidaan todeta, että tarkkuus on riippuvainen havaintojen lukumäärästä neliöjuuren suhteessa. Siis jos tarkkailumäärä kaksinkertaistetaan, hajonta pienenee noin 1.4-kertaisesti. Tilastollisesti ajatellen otoskeskiarvon hajonta pienenee havaintojen lukumäärän lisääntyessä. Toisaalta taas havaintovälien lyheneminen lisää vierekkäisten havaintojen autokorrelaatiota, joka huonontaa tulosten laatua. Lopullisen havaintovälin määrittäminen voidaan tehdä vasta järjestelmän kokeiluvaiheen jälkeen. Kokeiluvaiheessa voidaan käyttää kahden kilometrin havaintoväliä.

Edellä kuvattu tarkkailu tuottaa tarkkailukauden aikana yhdessä tiemestaripiirissä noin 950 havaintoa. Niiden perusteella saadaan hoitotason alitusprosentille taulukon 1 mukaiset luottamusvälit, mikäli alitusprosentti on noin 20.

**TAULUKKO 5.1.**

Tulosten tarkkuustaso (n=havaintojen lukumäärä, lv=luottamusväli, riskitaso 5 %, alitusprosentti 20).

		Arkipäivä	Viikonloppu	Yhteensä
Aamupäivä	n	400	70	470
	lv	16.1 - 23.9	11.2 - 28.8	16.3 - 23.7
Iltapäivä	n	275	45	320
	lv	15.2 - 25.2	9.1 - 30.9	15.6 - 24.4
Ilta	n	133	27	160
	lv	13.2 - 26.8	4.6 - 15.4	13.8 - 26.2
Yhteensä	n	808	142	950
	d	17.2 - 22.8	13.4 - 26.6	17.4 - 22.6

Mikäli havaintoja saadaan tarpeeksi, voidaan talvi jakaa tilastointia varten kahteen osaan. Tulosten tarkkuus heikkenee kuitenkin oleellisesti ainakin pienemmissä havaintoryhmissä. Ylimpien kunnossapitoluokkien käsittely erikseen on mahdollista vain niissä tiemestaripiireissä, joissa teitä on tarpeeksi paljon. Jos erillistä käsittelyä halutaan tehdä, on lisättävä havaintojen lukumäärää esimerkiksi havaintoväliä lyhentämällä.

## 6. EHDOTUS KOKEILUSEURANTAJÄRJESTELMÄKSI

Tämän tutkimuksen tuloksena on löydetty kaksi keskenään samantasoista järjestelmää talvihoidon laadunseurantaa varten. Molemmat järjestelmät antavat teoriassa tiemestaripiirin tasolla yhtä tarkkoja tuloksia. Voidaankin todeta, että molemmat järjestelmät näyttävät toteuttamiskelpoisia ja valinta niiden välillä voidaan tehdä vasta järjestelmien koekäytön jälkeen. Koekäytövaiheessa on kannattavaa kokeilla näiden lisäksi myös nykyistä järjestelmää uusituilla reitinvalintatavalla (vaihtoehdot 2a ja 2b). Näiden kokeilujen jälkeen voidaan valita lopulliset tuotantokäyttöön otettavat järjestelmät.

Tämän tutkimuksen perusteella suositellaan talvihoidon laadunseurantajärjestelmää kehitettävän seuraavan suunnitelman mukaisesti:

1. Vuonna 1991 suoritetaan laaduntarkkailua kaikissa tiemestaripiireissä nykyisen käytännön mukaisesti. Nykyisen käytännön voi korvata myös vaihtoehdoilla 2a tai 2b, joita kumpiakin tulee kokeilla ainakin yhdessä tiemestaripiirissä..
2. Tiemestaripiirien suorittamaa laajennettua tarkkailua kokeillaan vanhan järjestelmän rinnalla vähintään kahdessa tiemestaripiirissä

vertailun mahdollistamiseksi.

3. Tiepiirin suorittamaa keskitettyä tarkkailua kokeillaan yhdessä tiepiirissä.
4. Tulosten analysointia varten perustetaan tietokanta.
5. Maaliskuun 1991 jälkeen alkutalven tulokset ja kokemukset kerätään analysointia ja päätöksentekoa varten. Marras-joulukuussa tapahtuva seuranta tehdään nykyisten ohjeiden perusteella.
6. Vuoden 1991 aikana päätetään talvihoidon laadunseurantajärjestelmästä siten, että se voidaan ottaa tuotantokäyttöön vuonna 1992.



## TALVIHOIDON LAADUNSEURANTAJÄRJESTELMÄ

### 1. Laadunseuranta tiepiirissä

Piirissä suoritetaan kontrolloivaa ja ohjaavaa laadunseurantaa vakiintuneen käytännön mukaisesti:

- ylitsemestari ———> koko piiri
- työpäällikkö ———> pääsääntöisesti oma alue

Edellä mainitut tai tarvittaessa muut piirin nimeämät henkilöt suorittavat seurantaa yleiskuvan saamiseksi hoitotasosta - erityisesti päätiestöltä. Tarkastukset voidaan mahdollisuuksien mukaan kytkeä muiden tehtävien edellyttämien matkojen yhteyteen. Tulokset kirjataan seurantalomakkeelle (liite 1).

### 2. Laadunseuranta tiemestaripiirissä

HOITOLUOKKAAN I kuuluvalla tiestöllä suoritetaan viikottain kolme tarkastuskierrosta (maanantai, keskiviikko, perjantai) klo 8.00 - 9.00 välisenä aikana. Mikäli tiemestaripiirissä ei ole lainkaan hoitoluokkaan I kuuluvaa tiestöä tarkastukset kohdistetaan tmp:n tärkeimpään tietöön. Tarkastuskierrokseen tulee sisältyä 2-4 tietä tai tien osaa. Tulokset kirjataan seurantalomakkeelle (liite 2)

Seisovien kelijaksojen aikana ei kiinteään tarkastuskierroksen suorittaminen ole aina välttämätöntä. Tällöinkin tulee seurantalomakkeelle kirjata tiestöllä vallitseva taso, jotta jälkikäteen saadaan oikea kuva koko talven tilanteesta.

Muun laadunseurannan tarkoituksena on saada selville hoitoluokkiin II ja III kuuluvan tiestön keskimääräinen tila. Seuranta voidaan suorittaa ilman kiinteää aikaa tai reittiä. Ellei seurantaa voida kytkeä muiden tehtävien edellyttämien matkojen yhteyteen, suoritetaan noin viikon välein tarkastuskierros, jonka kohtuullinen pituus on 50-80 km. Tulokset kirjataan seurantalomakkeelle (liite 3).

### 3. Arvostelun suorittaminen

Hoitotaso arvostellaan kuntoluokituksen (TVH 743942) mukaan. Arvostelu suoritetaan koko tieltä tai tieosalta ja laatutasoksi kirjataan tarkastusajankohdan tilanne. Yleensä tiellä vallitsee yhtenäinen laatutaso, joten seurantalomakkeelle merkitään kyseisen kuntoarvon kohdalle lukema 100. Mikäli hoitotasossa on selviä vaihteluja, merkitään eri kuntoarvojen osuudet täysinä kymmeninä prosentteina arvosteltavan kohteen pituudesta.

### 4. Seurantajakso ja tulokset

Laadunseurantaa suoritetaan marraskuusta maaliskuuhun. Seurantojen tulostamiseen piirin tulee käyttää talvihoidon seurantaohjelmaa. Tulosten tulee perustua tiemestaripiireissä suoritettuun seurantaan.

Huhtikuun 15.päivään mennessä piirin tulee lähettää TVH:n kunnossapitotoimistoon seurannan tuloksista tiedostolevyk-

# ARVOSTELUN SUORITTAMINEN

Ajorata arvostellaan pituussuunnassa antamalla kullekin muuttujalle: liukkaus, lumisuus ja tasaisuus kokonaiskuntoarvosana 1...5. Hoitotaso määräytyy yhtenäisin jaksoin vallitsevan tilanteen mukaan pienimmän arvosanan antavan muuttujan perusteella.

Liukkauden määrittämisessä käytetään kontrolloivasti kitkan mittausta. Arvostelu voidaan tehdä myös pelkästään kuvauksiin, ajotuntumaan ja kokemuksen tueksi. Pistehiekoitus kohottaa hoitotasoa enintään yhdellä ja kokonaan hiekoitus enintään kahdella kuntoarvolla. Hiekoitetun polanteen kuntoarvo on enintään 3.

Lumisuus arvioidaan silvämääräisesti tai mitataan häiriytymättömästä tiekohdasta. Lumimittaria käytettäessä otetaan arvion mukaan huomioon kevyen pakkaslumen siirtyminen ajoradan ulkopuolelle. Kunaan lumisateen aikana kunto voidaan arvostella pelkästään lumisuuden perusteella.

Polanteen tasaisuus määritetään metrin oikolaudalla ja kiilamitalla tai arvioimalla. Uriksi tulkitaan myös liikenteen käyttämällä tieosalla olevat pitkittäissuuntaiset polannekaistaleet. Arvostelua tiukentavina tekijöitä otetaan huomioon urien kapeus ja jyrkkäreunaisuus.

## TEIDEN KUNNOSSAPIDON LAATU

### TALVIHOITOTASON ARVOSTELU

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Kunnossapitotoimisto

TVH 743942

HELSINKI 1986

## TEIDEN TALVIHOITOTASON KUNTOLUOKITUS

Kuntoarvo Muuttuja	1	2	3	4	5
<b>I LIUKKAUS</b> - kitka-arvo  - tien pinnan kuvaus	0,00 - 0,15  pötkälokkeli tai muuten erittäin liukas	0,15 - 0,25  kuiva jää- tai lumipolanne	0,25 - <del>0,35</del> <sup>0,30</sup>  karkea jää- tai lumipolanne paksuudella	<del>0,35</del> <sup>0,30</sup> - 0,45  paljas ja märkä, tai ajourien välissä polanteet	0,45 - 1,00  paljas ja kuiva
<b>II LUMISUUS</b> - pakkaslumi - suojalumi - sohjo - kinostuneisuus	> 50 mm > 40 mm > 30 mm  paikoitellen kulkuvaikeuksia, auto voi juuttua kiinni	≤ 50 mm ≤ 40 mm ≤ 30 mm  kielekkeitä ulottuu tien yli tai ajoradan reunalla lunta kohtaloisesti, ajonopeutta paikoin hiljennettävä	≤ 30 mm ≤ 25 mm ≤ 20 mm  kielekkeet ulottuvat siellä täällä yli ajokaistan, ajonopeutta voidaan joutua hiljentämään	≤ 20 mm ≤ 15 mm ≤ 10 mm  kielekkeet ulottuvat siellä täällä 1,5 m:n etäisyydelle reunaviivasta tai päällä reunasta ajonopeutta ei yleensä tarvitse hiljentää	- - - -
<b>III TASAISUUS</b> - urat - muu epätasaisuus	> 30 mm  polanne hyvin epätasainen, mahdollisesti kynnyksimäisiä kuoppia, ajonopeutta hiljennettävä ja epätasaisia kohtia varoitettava	≤ 30 mm  polanteessa runsaasti syöpyä tai häiritsevää kuoppaisuutta, ajonopeutta paikoin hiljennettävä	≤ 20 mm  polanne tasainen, mahdolliset epätasaisuudet eivät juuri häiritse ajoa	≤ 10 mm  polannekaistaleiden paksuus liikenteen käyttämällä tieosalla ≤ 10 mm	- -

1)

## TIEMESTARIPIIRIN TOIMESTA TAPAHTUVA TARKKAILU

## SISÄLLYSLUETTELO

1. Yleistä
2. Tarkkailun järjestäminen
- 2.1. Tarkkailureittien valinta
- 2.2. Tarkkailuaikataulun laadinta
- 2.3. Tarkkailun suorittaminen
3. Seurantajakso ja tulokset

## Liitteet:

1. Esimerkkireitit
2. Esimerkkiaikataulu
3. Seurantalomake
4. Seurantalomakkeen täyttöohjeet

## 1. YLEISTÄ

Tarkkailun tavoitteena on saada objektiivinen kuva tiemestaripiirin I kunnossapitoluokan tiestön talvihoidon tasosta. Tarkkailun suorittaa tiemestari tai muu tehtävään koulutettu henkilö.

## 2. TARKKAILUN JÄRJESTÄMINEN

Tarkkailu järjestetään jakamalla tiemestaripiirin I kp-luokan tiestö tarkkailureitteihin, joita tarkkaillaan ennalta laaditun suunnitelman mukaisesti kolmena päivänä tarkkailukauden jokaisena viikkona. Tarkkailukausi on marraskuun alusta maaliskuun loppuun.

Reitit suunnitellaan etukäteen tiepiirin tai konsultin toimesta. Tällöin tarkkailun suorittaja saa päivittäiset tarkkailureitit esim. suljetuissa kirjekuorissa.

2.1 Tarkkailureittien valinta

Tiemestaripiirin I kp-luokan tiestöstä muodostetaan 3-5 reittiä, jotka ovat keskenään suunnilleen samanpituisia ja mahdollisia ajaa 1-2 tunnin kuluessa. Käytännössä tämä tarkoittaa noin 30 kilometrin tarkkailureittejä, joihin tulee lisäksi tarvittavat siirtoajot. Reittien kattavuus on vähintään 90 prosenttia I kp-luokan teistä tiemestaripiirin alueella.

Jämsän tiemestaripiirille laaditut esimerkkireitit ovat liitteessä 1.

2.2 Tarkkailuaikataulun laadinta

Tarkkailu suunnitellaan siten, että sitä tehdään kolmena päivänä viikossa. Tiemestaripiiriin



toimitetaan valmis suunnitelma, josta käy ilmi tarkkailuajankohdat. Tämän lisäksi tiepiiristä toimitetaan päivittäiset tarkkailureitit ja alkamisajankohdat esimerkiksi suljetuissa kirjekuorissa.

Jämsän tiemestaripiirille laaditut esimerkkireitit ovat liitteessä 2.

### 2.3. Tarkkailun suorittaminen

Tarkkailu suoritetaan pääosin samalla tavalla kuin nykyisinkin. Välikohtaisen tarkkailun sijasta tiedot tallennetaan pistemäisinä havaintoarvoina kahden (2) kilometrin välein. Tarkkailu aloitetaan reitin alusta ajoneuvon matkamittarin seuraavalta tasakilometriltä. Tarkkailussa käytettävä ajoneuvo varustetaan kitkamittarilla (ja tiedonkeruulaitteella). Työn suorittaa tiemestari tai muu tehtävään koulutettu henkilö.

Hoitotaso arvostellaan talvihoidon kuntoluokituksen (TVH 743942) mukaan. Arvostelu tehdään kitkan, lumisuuden, tasaisuuden ja kuntoarvon suhteen erikseen. Visuaalisten tarkkailutulosten lisäksi tallennetaan kitkamittarin arvo ja keliluokitus sekä tarkkailukohta tieosan tarkkuudella.

Tarkkailutulosten esimerkki on liitteessä 3.

## **3. TARKKAILUJAKSO JA TULOKSET**

Talvihoidon laadunseurantaa suoritetaan marraskuun alusta maaliskuun loppuun. Kopiot tarkkailutiedoista toimitetaan tiepiiriin jatkokäsittelyä varten.

**Talvihoidon laaduntarkkailureitit Jämsän tiemestaripiirissä**

*1. reitti*

Vt 4, tieosat 224 - 228 (23.3 km)

*2. reitti*

Vt 9, tieosat 218 - 220 (13.7 km)

Vt 4, tieosat 221 ja 223 (14.0 km, Jämsä)

*3. reitti*

Vt 4, tieosat 214 - 220 (37.9 km, Kuhmoinen)

TARKKAILUOHJELMA  
LÄHTÖAJAT

## JÄMSÄN TIEMESTARIPIIRI

VIIKKO	ma	ti	ke	to	pe	la	su
1	19		13	16			
2	19	9			14		
3	13			8		10	
4	7			15	18		
5	12	8		13			
6		8		21			11
7			14	12	15		
8		7		7	13		
9	21			8		15	
10			14		8	11	
11	20		19	16			
12		13	20				12
13			11		20		13
						14	
44	10		9		7		
45		20	7	16			
46			12		15		16
47	7		15				13
48		8	10	10			
49		9	12			21	
50			14	7	11		
51			8	9	14		
52	17	12			18		
53	8	16					15

Tiementaripiiri: JÄMSÄ Päivämäärä 6 . 11 . 19 90  
Tarkkailija: N. N

[illegible]

## TALVIHOITOTASON SEURANTA

1991

Tiimestaripiiri: \_\_\_\_\_ Päivämäärä \_\_, \_\_, 19 \_\_

Tarkkailija: \_\_\_\_\_

Lämpötila: \_\_\_\_\_

[illegible]

## TIEPIIRIN TOIMESTA TAPAHTUVA TARKKAILU

## SISÄLLYSLUETTELO

1. Yleistä
2. Tarkkailun järjestäminen
  - 2.1. Tarkkailureittien valinta
  - 2.2. Tarkkailuaikataulun laadinta
  - 2.3. Tarkkailun suorittaminen
3. Seurantajakso ja tulokset

## Liitteet:

1. Esimerkkireitit
2. Esimerkkiaikataulu
3. Seurantalomake
4. Seurantalomakkeen täyttöohjeet

## 1. YLEISTÄ

Tarkkailun tavoitteena on saada objektiivinen kuva tiepiirin jokaisen tiemestaripiirin I kunnossapitoluokan tiestön talvihoidon tasosta. Tarkkailu tehdään keskitetysti tiepiirin toimesta.

## 2. TARKKAILUN JÄRJESTÄMINEN

Tarkkailu järjestetään jakamalla tiepiirin I kp-luokan tiestö tarkkailureitteihin, joita tarkkaillaan ennalta laaditun suunnitelman mukaisesti viitenä päivänä tarkkailukauden jokaisena viikkona. Tarkkailukausi on marraskuun alusta maaliskuun loppuun.

Reitit suunnitellaan etukäteen tiepiirin tai konsultin toimesta. Tarkemmat ohjeet löytyvät raportista "Talvihoidon laadunseurantajärjestelmän kehittäminen", TIEL 703985.

2.1 Tarkkailureittien valinta

Tiepiirin I kunnossapitoluokan tiestöstä muodostetaan 5 reittiä, jotka ovat keskenään suunnilleen samanpituisia ja mahdollisia ajaa yhden päivän kuluessa. Käytännössä tämä tarkoittaa noin 200-300 kilometrin tarkkailureittejä, joihin tulee lisäksi tarvittavat siirtoajot. Reittien kattavuus tulee olla noin 90 prosenttia tiepiirin alueella (I kp-luokan teistä)..

Hämeen tiepiirille laaditut esimerkkireitit ovat liitteessä 1.

## 2.2 Tarkkailuaikataulun laadinta

Tarkkailu suunnitellaan siten, että sitä tehdään viitenä päivänä viikossa. Reittien viikottainen järjestys valitaan satunnaisesti siten, että tarkkailu jakaantuu tasaisesti piirin eri osiin eri päiville ja kellonajoille.

Hämeen piirille laadittu esimerkkiaikataulu on liitteessä 2.

## 2.3. Tarkkailun suorittaminen

Tarkkailu suoritetaan pääosin samalla tavalla kuin nykyisinkin. Välikohtaisen tarkkailun sijasta tiedot tallennetaan pistemäisinä havaintoarvoina kahden (2) kilometrin välein. Tarkkailu aloitetaan reitin alusta ajoneuvon matkamittarin seuraavalta tasakilometritä. Tarkkailussa käytettävä ajoneuvo varustetaan kitkamittarilla (ja tiedonkeruulaitteella). Työn suoritusta varten koulutetaan tarpeellinen määrä henkilöitä (mittaaja + 2 varahenkilöä).

Hoitotaso arvostellaan kuntoluokituksen (TVH 743942) mukaan. Arvostelu tehdään kitkan, lumisuuden, tasaisuuden ja kuntoarvon suhteen erikseen. Visuaalisten tarkkailutulosten lisäksi tallennetaan kitkamittarin arvo ja keliluokitus sekä mittausosoite tieosan tarkkuudella.

Tarkkailutulosten esimerkki on liitteessä 3.

## **3. Tarkkailujakso ja tulokset**

Talvihoidon laadunseurantaa suoritetaan marraskuun alusta maaliskuun loppuun. Tulosten tarvittava jatkokäsittely tehdään tiepiirissä ja kopiot tuloksista toimitetaan tiedoksi asianomaisiin tiemestaripiireihin.

*1. reitti : Ajoa 380 km, josta mittausta 280 km*

*Tampere-Ylöjärvi*  
Ylöjärvi - Kuru (Mt 330)  
*Kuru - Vaskivesi - Vaskoo*  
Vaskoo - Kotala (Vt 23)  
*Kotala - Virrat*  
Virrat - Hirsilä (Kt 66)  
Hirsilä - Mänttä (Kt 58)  
Mänttä - Vilppula (Mt 347 & Mt 348)  
*Vilppula - Riihiniemi - Kavala - Kuorevesi - Eräjärvi*  
Eräjärvi - Orivesi - Aitovuori (Vt 9)

*2. reitti : Ajoa 360 km, josta mittausta 260 km*

*Tampere - Hollola (Vt 12)*  
Hollola - Renkomäki (Mt 2955)  
Renkomäki - Palannesilta (Vt 4)  
*Palannesilta - Mt 1631 - Pennala - Pasina*  
Pasina - Renkomäki (Mt 167)  
Renkomäki - Vt 12-Järvenpää (Vt 4)  
Vt 12-Järvenpää - Nastola (Mt 312)  
Nastola - Vt 12-Järvenpää (Vt 12)  
Vt 12-Järvenpää - Holma (Vt 4)  
Holma - Vierumäki (Mt 140)  
Vierumäki - Myllypohja (Vt 5)  
*Myllypohja - Holma*  
Holma - Kuivajärvi (Vt 4)  
*Kuivajärvi - Harmoinen - Pohja - Sahalahti*  
Sahalahti - Kangasala (Mt 325)  
*Kangasala - Tampere*

*3. reitti : Ajoa 350 km, josta mittausta 290 km*

*Tampere - Riihimäki (Vt 3)*  
Riihimäki - Paarijoki (Vt 3)  
*Paarijoki - Kapulasilta*  
Kapulasilta - Riihimäki (Mt 285)  
Riihimäki - Hollola (Kt 54)  
*Hollola - Tuulos*  
Tuulos - Vanaja (Vt 10)  
Vanaja - Turenki (290)



**Turenki - Yläne (Mt 2901)**  
*Yläne - Katinala*  
**Katinala - Laitikkala (Mt 305)**  
**Laitikkala - Harhala**  
**Harhala - Valkeakoski (Mt 307)**  
*Valkeakoski - Tampere*

**4a. reitti : Ajoa 350 km, josta mittausta 240 km**

**Tampere - Kangasala (Mt )**  
**Kangasala - Ponsa - Orivesi (Mt 324)**  
**Orivesi - Hirsilä (Kt 58)**  
*Hirsilä - Kaanaa - Teisko*  
**Teisko - Aitovuori - Tampere (Mt 338 & Vt 9)**  
**Tampere - Metsäkylä (Vt 3)**  
*Metsäkylä - Soppeenmäki*  
**Soppeenmäki - Kankaantaka (Mt 300)**  
**Kankaantaka - Ryömälä (Vt 11)**  
*Ryömälä - Linnavuori - Siuro*  
**Siuro - Nokia (Mt 250)**  
**Nokia - Sarkola (Vt 41)**  
*Sarkola - Narva - Viiala*  
**Viiala - Toijala - Valkeakoski (Mt 303)**  
**Valkeakoski - Viiala (Mt 304)**  
**Viiala - Rantalankulma (Vt 9)**  
*Rantalankulma - Kollasenkulma*  
**Kollasenkulma - Humppila (Vt 2)**

**4b. reitti : Ajoa 340 km, josta mittausta 210 km**

*Humppila - Ypäjäнкylä - Alkinkulma*  
**Alkinkulma - Palikkala (Mt 228)**  
**Palikkala - Sorvisto (Vt 10)**  
*Sorvisto - Palikkala*  
**Palikkala - Forssa (Vt 10)**  
**Forssa - Honkola (Vt 2)**  
*Honkola - Loukku - Porras - Lietsa*  
**Lietsa - Riihimäki (Kt 54)**  
*Riihimäki - Hämeenlinna*  
**Hämeenlinna - Forssa (Vt 10)**  
**Forssa - Humppila (Vt 2)**  
*Humppila - Viiala*  
**Viiala - Kulju (Vt 9)**  
**Kulju - Tampere (Mt 13786)**

TARKKAILUOHJELMA HÄMEEN TIEPIIRI  
PÄIVITTÄISET REITIT

VIKKO	ma	ti	ke	to	pe	la	su
1	1	2	3	4	5		
2	2	1	4	3		5	
3	3	1	4	5	2		
4	4	2	3	1		5	
5	5	1	2	3	4		
6	2	4		5	1	3	
7	2	3	1	4	5		
8		4	3	5	1	2	
9	4	2	5	1	3		
10	3		2	5	4		1
11	2	3	5	4	1		
12	3	2	1		5	4	
13	1	4	2	3	5		
44	1	2	3	4	5		
45	2	1	4	3			5
46	3	1	4	5	2		
47	4	2	3	1			5
48	5	1	2	3	4		
49	2	4		5	1	3	
50	2	3	1	4	5		
51		4	3	5	1		2
52	4	2	5	1	3		
53	3		2	5	4		1

Lähtöajat liitteessä 2b

TARKKAILUOHJELMA  
LÄHTÖAJAT

## HÄMEEN TIEPIIRI

VIKKO	ma	ti	ke	to	pe	la	su
1	7	11	14	7	5		
2	8	14	7	7		6	
3	7	8	5	14	7		
4	7	12	10	4		7	
5	7	9	12	5	7		
6	7	7		6	8	13	
7	9	7	7	4	12		
8		5	13	7	9	7	
9	12	7	7	8	10		
10	10		6	7	7		14
11	4	7	7	9	13		
12	11	6	7		14	7	
13	8	7	7	12	6		
44	9	7	7	13	4		
45	7	10	4	7			12
46	7	11	5	14	7		
47	7	8	7	12			4
48	7	4	11	7	12		
49	10	13		7	5	7	
50	7	7	6	13	11		
51		9	7	14	6		7
52	13	7	7	10	4		
53	7		7	11	5		13

## TALVIHOITOTASON SEURANTA

Tiepiiri: HAME

Päivämäärä 5 . 11 . 19 90

Tarkkailija: N. N.

[illegible]



Yleisohjeet:

Yhden päivän tarkkailutulokset kootaan samalle lomakkeelle.

Lomakkeelle merkitään tiepiiri, päivämäärä ja tarkkailijan nimi.

Täyttöohjeet sarakkeittain:

Tienumero:	Tarkkailtavan tien numero.
Tieosa:	Tieosan numero.
Suunta:	Tarkkailusuunta (1=nouseva, 2=laskeva suunta).
Kellonaika:	Merkitään jokaisen tieosan ensimmäiselle havainnolle.
Kitka:	Kitkamittarin arvo (0.00 - 1.00).
Lumisuus:	Lumisuuden arvo (1-5).
Tasaisuus:	Tasaisuuden arvo (1-5).
Kuntoarvo:	Kuntoarvo (1-5).
Keliluokitus:	Poliisin käyttämä keliluokitus. Merkitään rastilla yksi tai useampi koodi.

- 1 = paljas, kuiva
- 2 = paljas, märkä
- 3 = urissa vettä
- 4 = luminen
- 5 = sohjoinen
- 6 = jäinen
- 7 = ajourat paljaat.

## TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 1/1990 Liikenneonnettomuuksien aikasarjaennuste vuodelle 1990, TIEL 741863
- 2/1990 Liuskapystyöjakenttien toiminnasta/1990, TIEL 703344
- 3/1990 Tiepenkereen holvautuminen, teoreettinen osa/1990, TIEL 703343
- 4/1990 Bitumistabilointi; käytännön ohjeita, mitoitus/1990, TIEL 703899
- 5/1990 Sorateiden ylläpidon ohjaus; Stokastisen mallin soveltamisesta sorateiden kunnonmittauksiin ja toimenpidesuunnitteluun/1990
- 6/1990 Rengasmelu ja päällysteet/1990, TIEL 703616
- 7/1990 Talvihoidon laadunseurantajärjestelmän kehittäminen, TIEL 3203985